

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

EP04/13364



REC'D 28 DEC 2004

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 103 55 218.9

**Anmeldetag:** 26. November 2003

**Anmelder/Inhaber:** DaimlerChrysler AG,  
70567 Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Verfahren und Vorrichtung zur Durchführung eines  
Bremsvorgangs

**IPC:** B 60 T 8/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 04. November 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Schäfer

**PRIORITY  
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

DaimlerChrysler AG

Pfeffer

20.11.2003

Verfahren und Vorrichtung zur Durchführung eines  
Bremsvorgangs

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Durchführung eines Bremsvorgangs, wobei eine die Soll-Fahrzeugverzögerung beschreibende Verzögerungsgröße verringert wird, wenn der Fahrzeugzustand während des Bremsvorgangs eine erste Zustandsbedingung erfüllt, und wobei die Verzögerungsgröße wieder erhöht wird, wenn der Fahrzeugzustand eine zweite Zustandsbedingung erfüllt.

Das Verfahren bzw. die Vorrichtung dienen dazu, den Komfort für die Fahrzeuginsassen am Ende eines Bremsvorgangs dadurch zu erhöhen, dass der Ruck des Fahrzeugs durch Nickbewegungen bei Erreichen des Stillstands gemindert wird.

Ein derartiges Verfahren bzw. eine derartige Vorrichtung sind aus der EP 0 537 874 A1 bekannt. Bei einem Bremsvorgang wird kurz vor Erreichen des Fahrzeugstillstands die Bremskraft auf einen Minimalwert heruntergeregelt. Das Erreichen einer sehr geringen Fahrzeuggeschwindigkeit kurz vor dem Fahrzeugstillstand erfüllt somit die erste Zustandsbedingung. Daher wird die Verzögerungsgröße - hier die Bremskraft - verringert. Sobald der Fahrzeugstillstand erkannt wurde, was die Erfüllung der zweiten Zustandsbedingung darstellt, wird die Bremskraft sprunghaft erhöht, um das Fahrzeug im Stillstand zu halten.

Ausgehend vom beschriebenen Stand der Technik ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung das Verfahren bzw. die Vorrichtung zur Durchführung des Bremsvorgangs weiter zu verbessern und den Komfort für die Fahrzeuginsassen zu erhöhen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruches 1 bzw. des Patentanspruches 6 gelöst.

Zumindest eine der beiden Zustandsbedingungen hängt vom Vorderachs-Einfederweg und/oder vom Hinterachs-Einfederweg ab. Dadurch kann der Zeitpunkt des Verringerns bzw. des erneuten Erhöhens der Verzögerungsgröße genauer auf die tatsächliche Nickbewegung des Fahrzeugs abgestimmt werden.

Vorteilhafte Weiterbildungen des Gegenstands der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen.

Es ist vorteilhaft, wenn die erste Zustandsbedingung und/oder die zweite Zustandsbedingung von der Längsgeschwindigkeit des Fahrzeugs zum Zeitpunkt des Beginns des Bremsvorgangs abhängt. Alternativ oder zusätzlich kann die erste und/oder die zweite Zustandsbedingung von der Verzögerungsgröße abhängen. Durch diese Maßnahmen wird erreicht, dass der Zeitpunkt der Beeinflussung der Verzögerungsgröße an die konkreten Gegebenheiten des vorliegenden Bremsvorgangs angepasst ist. Hierdurch wird eine weitere Komforterhöhung erreicht.

Bei einer vorteilhaften Ausführung wird die Erfüllung der ersten und/oder zweiten Zustandsbedingung anhand eines vorgegebenen Kennfeldes ermittelt. Dies stellt eine einfach zu realisierende Maßnahme zur Prüfung der Zustandsbedingungen dar.

Es ist weiterhin vorteilhaft, wenn das Verringern der Verzögerungsgröße bei erfüllter erster Zustandsbedingung derart erfolgt, dass die Verzögerungsgröße einen stetigen oder differenzierbaren zeitlichen Verlauf aufweist. Dadurch wird der Komfort für die Fahrzeuginsassen bei der Beeinflussung der Verzögerungsgröße sicher gestellt.

Im Folgenden wird ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung anhand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 ein erstes Diagramm mit einem beispielhaften Verlauf des Vorderachs-Einfederweges und des Hinterachs-Einfederweges in Abhängigkeit von der Zeit und ein zweites Diagramm mit dem beispielhaften Verlauf der Längsgeschwindigkeit des Fahrzeugs und der Soll-Fahrzeugsverzögerung in Abhängigkeit von der Zeit und

Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Durchführung eines Bremsvorgangs als Blockschaltbild.

Fig. 2 zeigt eine Bremsvorrichtung 5, die zur Durchführung eines Bremsvorganges eines nicht mehr dargestellten Fahrzeugs dient. Anhand eines Bremspedals 6 kann der Fahrer des Fahrzeugs einen Verzögerungswunsch vorgeben, der über einen Bremspedalsensor 7 erfasst und das angeforderte Verzögerungsgröße  $z_{ped}$  an Verzögerungsbestimmungsmittel 8 übermittelt wird. Die Verzögerungsbestimmungsmittel 8 dienen zur Bestimmung einer Soll-Fahrzeugsverzögerung beschreibenden Verzögerungsgröße, die im vorliegenden Ausführungsbeispiel von der Soll-Fahrzeugverzögerung  $z_{soll}$  gebildet ist. Die Soll-Fahrzeugverzögerung  $z_{soll}$  wird an Bremsansteuermittel 9 übermittelt, die die Radbremseinrichtungen 10, 11, 12, 13 an der

Vorder- bzw. an der Hinterachse des Fahrzeugs ansteuern, um die vorgegebene Soll-Fahrzeugverzögerung  $z_{\text{soll}}$  einzustellen.

Beim bevorzugten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 der Bremsvorrichtung 5 werden den Verzögerungsbestimmungsmitteln 8 weiterer Fahrzeugparameter und/oder Fahrzustandsparameter übermittelt, die zur Bestimmung der Soll-Fahrzeugverzögerung  $z_{\text{soll}}$  herangezogen werden. Die Längsgeschwindigkeit  $v$  des Fahrzeugs wird über einen Geschwindigkeitssensor 18 erfasst und an die Verzögerungsbestimmungsmittel 8 weitergeleitet. Des Weiteren ist beispielsweise eine Federwegsensoranordnung 19 mit einem Vorderachs-Einfederwegsensoren 20 und einem Hinterachs-Einfederwegsensoren 21 vorgesehen, die dem Vorderweg-Einfederweg  $s_{\text{VA}}$  und dem Hinterachs-Einfederweg  $s_{\text{HA}}$  erfasst und mittels entsprechender Signale an die Verzögerungsbestimmungsmittel 8 übermittelt.

Die Verzögerungsbestimmungsmittel 8 ermitteln anhand der Eingangssignale die Soll-Fahrzeugverzögerung  $z_{\text{soll}}$  derart, dass der durch Nickbewegungen des Fahrzeugs am Ende eines Bremsvorgangs für die Fahrzeuginsassen spürbaren Ruck vermindert bzw. vermieden ist. Hierfür wird die die Soll-Fahrzeugverzögerung  $z_{\text{soll}}$  beschreibende Verzögerungsgröße, die beispielsweise von der Soll-Fahrzeugverzögerung  $z_{\text{soll}}$  selbst gebildet ist, gemäß einem vorgegebenen zeitlichen Verlauf betragsmäßig verringert, wenn der Fahrzustand des Fahrzeugs während des Bremsvorgangs eine erste Zustandsbedingung erfüllt.

Die Überprüfung auf die Erfüllung der ersten Zustandsbedingung erfolgt beim Ausführungsbeispiel in den Verzögerungsbestimmungsmitteln 8 anhand der Längsgeschwindigkeit  $v$ , dem Vorderachs-Einfederweg  $s_{\text{VA}}$ , dem Hinterachs-Einfederweg  $s_{\text{HA}}$  und der durch den Fahrer über das Bremspedal 6 angeforderten Verzögerung. Bei dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel wur-

de anhand dieser Eingangsparameter in Fahrversuchen empirisch ermittelt, welche Werte diese Parameter annehmen müssen, damit die erste Zustandsbedingung erfüllt ist. In Abwandlung zum beschriebenen Ausführungsbeispiel ist es auch möglich, lediglich den Einfederweg an der Vorderachse oder an der Hinterachse für die Überprüfung der Zustandsbedingung heran zu ziehen. Auch weitere Fahrzeugparameter oder Fahrzustandsparameter wie Fahrzeugmasse, Radstand, Achslastverteilung oder dergleichen können bei der Ermittlung der Erfüllung der ersten Zustandsbedingung verwendet werden.

Es ist im Unterschied zur beschriebenen Ausführungsform auch möglich, anstelle des hinterlegten, empirisch ermittelten Kennfeldes ein mathematisches Modell zur Überprüfung der Erfüllung der ersten Zustandsbedingung zu verwenden, wie beispielsweise einen Filter oder eine mathematische Funktion.

In Fig. 1 ist beispielhaft der Verlauf eines Bremsvorgangs dargestellt. Das erste Diagramm zeigt den zeitlichen Verlauf des Vorderachs-Einfederwegs  $s_{VA}$  und des Hinterachs-Einfederwegs  $s_{HA}$ . Im zweiten Diagramm darunter ist der zeitliche Verlauf der Längsgeschwindigkeit  $v$  des Fahrzeugs und der Soll-Fahrzeugverzögerung  $z_{soll}$  gezeigt. Zu einem ersten Zeitpunkt  $t_0$  beträgt der Vorderachs-Einfederweg  $s_{VA}=s_{VA0}$  und Hinterachs-Einfederweg  $s_{HA}=s_{HA0}$ . Das Fahrzeug fährt zu diesem ersten Zeitpunkt  $t_0$  mit der Längsgeschwindigkeit  $v=v_0$ . Zu einem zweiten Zeitpunkt  $t_1$  betätigt der Fahrer das Bremspedal 6. Die aus der angeforderten Fahrzeugverzögerung  $z_{ped}=z_0$  in den Verzögerungsbestimmungsmitteln 8 ermittelte Soll-Fahrzeugverzögerung  $z_{soll}$  steigt ab dem zweiten Zeitpunkt  $t_1$  steil an, erreicht zu einem dritten Zeitpunkt  $t_2$  den angeforderten Wert  $z_{ped}=z_0$  und verläuft anschließend zunächst konstant. Die Längsgeschwindigkeit  $v$  verringert ab dem zweiten Zeitpunkt  $t_1$  und verläuft ab dem dritten Zeitpunkt  $t_2$  wegen der als kon-

stant angenommenen Soll-Fahrzeugverzögerung  $z_{soll}$  in etwas linear. Aufgrund der durch die Verzögerung des Fahrzeugs verursachten dynamischen Achslastverteilung sinkt der Wert des Vorderachs-Einfederwegs  $s_{VA}$  nach dem zweiten Zeitpunkt  $t_1$  ab, was einem Einfedern der Vorderachsfedern entspricht. Im Gegensatz dazu steigt der Wert des Hinterachs-Einfederwegs  $s_{HA}$  an, was einem Ausfedern der Hinterachsfedern entspricht. Solange während des Bremsvorgangs in etwa eine konstante Fahrzeugverzögerung anliegt, bleiben die Werte der beiden Einfederwegsignale in etwa konstant.

Aufgrund der zu Beginn des Bremsvorgangs zum zweiten Zeitpunkt  $t_1$  vorliegenden Längsgeschwindigkeit  $v=v_0$ , der aktuell vorliegenden Soll-Fahrzeugverzögerung  $z_{soll}$  die der angeforderten Verzögerung  $z_{ped}$  entspricht, des Vorderachs-Einfederwegs  $s_{VA}$  und des Hinterachs-Einfederwegs  $s_{HA}$  wird zu einem vierten Zeitpunkt  $t_3$  anhand des hinterlegten Kennfeldes festgestellt, dass die erste Zustandsbedingung erfüllt ist. Die von den Verzögerungsbestimmungsmitteln 8 ermittelte Soll-Fahrzeugverzögerung  $z_{soll}$  wird ab diesem vierten Zeitpunkt  $t_3$  bis zu einem vorgegebenen Mindestverzögerungswert  $z_{min}$  gemäß einem vorgegebenen zeitlichen Verlauf verringert. Bei diesem vorgegebenen zeitlichen Verlauf kann es sich beispielsweise um einen e-funktionsähnlichen Verlauf handeln. Es versteht sich, dass als vorgegebene zeitliche Funktion für das Absenken der Soll-Fahrzeugverzögerung  $z_{soll}$  auch jede beliebige andere zeitliche Funktion herangezogen werden könnte. Es ist dabei für die Fahrzeuginsassen komfortabel, wenn die Soll-Fahrzeugverzögerung  $z_{soll}$  zum Zeitpunkt der Erfüllung der ersten Zustandsbedingung - hier zum vierten Zeitpunkt  $t_3$  - einen stetigen oder differenzierbaren Verlauf aufweist.

Durch das Verringern der Soll-Fahrzeugverzögerung  $z_{soll}$  zum vierten Zeitpunkt  $t_3$  federn die Federn an der Vorderachse et-

was aus, so dass der Vorderachs-Einfederweg  $s_{VA}$  etwas zunimmt. Gleichzeitig federn die Federn an der Hinterachse etwas ein, wodurch sich der Hinterachs-Einfederweg  $s_{HA}$  etwas verringert.

Erfüllt der Fahrzustand im weiteren Verlauf des Bremsvorgangs nunmehr die vorgegebene zweite Zustandsbedingung, wird die Soll-Fahrzeugverzögerung  $z_{soll}$  wieder erhöht. Beim hier vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die zweite Zustandsbedingung dann erfüllt, wenn die Längsgeschwindigkeit  $v$  des Fahrzeugs in etwa gleich Null ist, dass heißt, wenn das Fahrzeug zum Stillstand gekommen ist. Im zweiten Diagramm gemäß Figur 1 ist dies zu einem fünften Zeitpunkt  $t_4$  der Fall. Das Erfüllen dieser zweiten Zustandsbedingung führt dazu, dass die Verzögerungsbestimmungsmittel 8 die Soll-Fahrzeuglängsverzögerung  $z_{soll}$  wieder auf die angeforderte Fahrzeugverzögerung  $z_{ped}$  erhöhen. Da diese Erhöhung in der Soll-Fahrzeugverzögerung  $z_{soll}$  nach erreichtem Stillstand des Fahrzeugs erfolgt, kann die Erhöhung ohne Komfortverlust für die Fahrzeuginsassen innerhalb einer sehr kurzen Zeitdauer durchgeführt werden, wodurch der zeitliche Verlauf der Soll-Fahrzeugverzögerung  $z_{soll}$  eine sehr steile ansteigende Flanke erhält. Bei der Erfüllung der zweiten Zustandsbedingung - hier: zum fünften Zeitpunkt  $t_4$  - könnte durch die Verzögerungsmittel 8 sogar eine Sprungfunktion in der Soll-Fahrzeugverzögerung vorgegeben werden.

Wie in Fig. 1 zu sehen wird durch einen solchen zeitlichen Verlauf der Soll-Fahrzeugverzögerung  $z_{soll}$  erreicht, dass sowohl der Vorderachs-Einfederweg  $s_{VA}$ , als auch der Hinterachs-Einfederweg  $s_{HA}$  nach Erreichen des fünften Zeitpunkts  $t_4$ , dass heißt nach Erreichen des Fahrzeugstillstandes, lediglich ein geringfügiges Überschwingen im zeitlichen Verlauf aufweisen und anschließend wieder ihre Anfangswerte einnehmen. Der für



die Fahrzeuginsassen spürbare Ruck ist dadurch wesentlich verringert, wodurch sich ein deutlich verbesserter Fahrkomfort für einen Bremsvorgang bis zum Stillstand ergibt.

Insbesondere im Nutzfahrzeugbereich kann das vorliegende Verfahren bzw. die vorliegende Vorrichtung eingesetzt werden, da dort ohnehin der Vorderachs-Einfederweg  $s_{VA}$  und/oder der Hinterachs-Einfederweg  $s_{HA}$  ermittelt wird, so dass dann keine zusätzliche Sensorik am Fahrzeug vorgesehen werden muss.

DaimlerChrysler AG

Pfeffer

20.11.2003

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Durchführung eines Bremsvorgangs, wobei eine die Soll-Fahrzeugverzögerung ( $z_{soll}$ ) beschreibende Verzögerungsgröße ( $z_{soll}$ ) verringert wird, wenn der Fahrzustand des Fahrzeugs während des Bremsvorgangs eine erste Zustandsbedingung erfüllt, und wobei die Verzögerungsgröße ( $z_{soll}$ ) wieder erhöht wird, wenn der Fahrzustand des Fahrzeugs eine zweite Zustandsbedingung erfüllt, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Zustandsbedingung und/oder die zweite Zustandsbedingung vom Vorderachs-Einfederweg ( $s_{VA}$ ) und/oder vom Hinterachs-Einfederweg ( $s_{HA}$ ) abhängt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Zustandsbedingung und/oder die zweite Zustandsbedingung von der Längsgeschwindigkeit ( $v$ ) des Fahrzeugs zum Zeitpunkt ( $t_1$ ) des Beginns des Bremsvorganges abhängt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Zustandsbedingung und/oder die zweite Zustandsbedingung von der angeforderten Verzögerungsgröße ( $z_{Ped}$ ) abhängt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Erfüllung der ersten Zustandsbedingung und/oder  
der zweiten Zustandsbedingung anhand eines vorgegebenen  
Kennfeldes ermittelt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Verringern der Verzögerungsgröße bei erfüllter  
erster Zustandsbedingung derart erfolgt, dass die Verzö-  
gerungsgröße ( $z_{soll}$ ) einen stetigen oder differenzierbaren  
zeitlichen Verlauf aufweist.
6. Vorrichtung zur Durchführung eines Bremsvorgangs, wobei  
Verzögerungsbestimmungsmittel (8) zur Bestimmung einer  
die Soll-Fahrzeugverzögerung ( $z_{soll}$ ) beschreibenden Verzö-  
gerungsgröße ( $z_{soll}$ ) vorgesehen sind, die die Verzöge-  
rungsgröße ( $z_{soll}$ ) verringern, wenn der Fahrzustand des  
Fahrzeugs während des Bremsvorgangs eine erste Zustands-  
bedingung erfüllt und die die Verzögerungsgröße ( $z_{soll}$ )  
wieder erhöhen, wenn der Fahrzustand des Fahrzeugs eine  
zweite Zustandsbedingung erfüllt,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass eine Federweg-Sensoranordnung (19) zur Erfassung des  
Vorderachs-Einfederwegs ( $s_{VA}$ ) und/oder Hinterachs-  
Einfederwegs ( $s_{HA}$ ) vorgesehen ist und ein Vorderachs-  
Einfederwegsignal und/oder ein Hinterachs-  
Einfederwegsignal zur Überprüfung der ersten Zustandsbe-  
dingung und/oder der zweiten Zustandsbedingung an die  
Verzögerungsbestimmungsmittel (8) übermittelt.

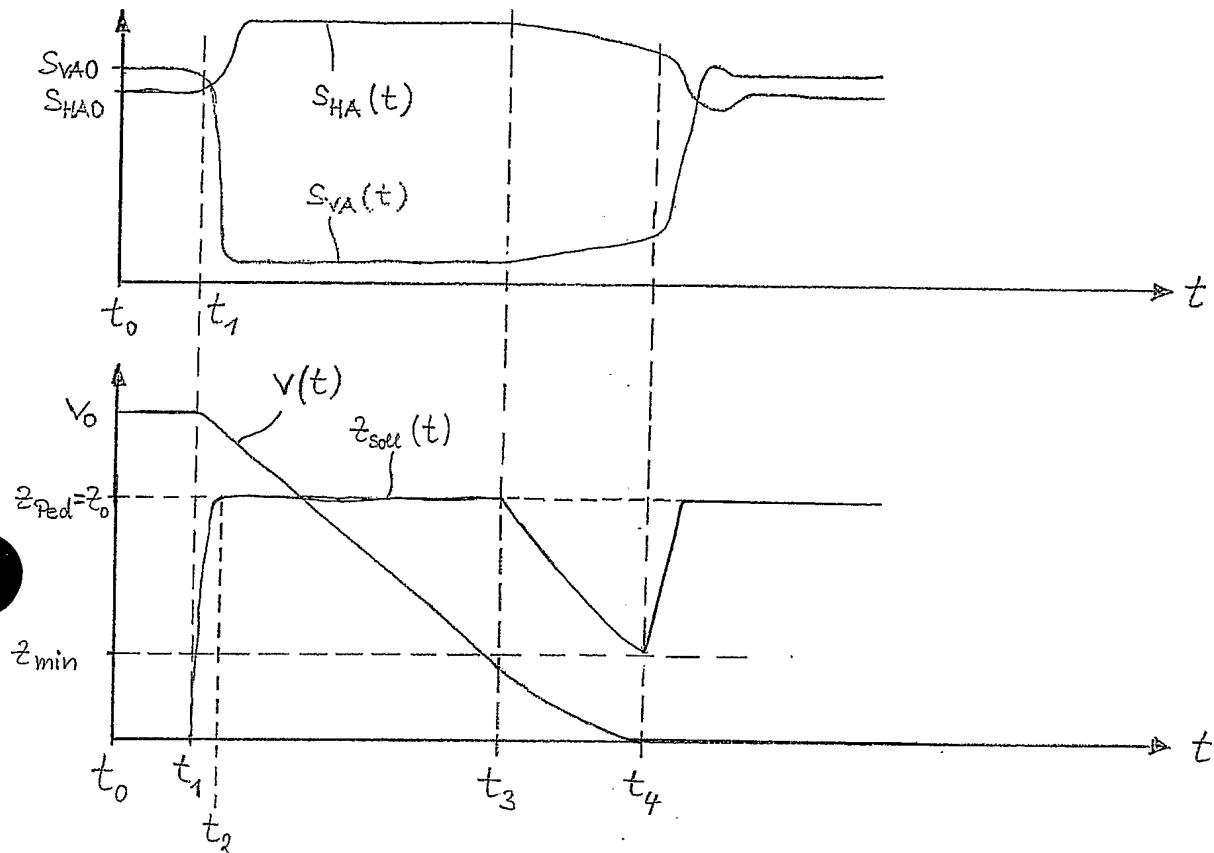


Fig. 1

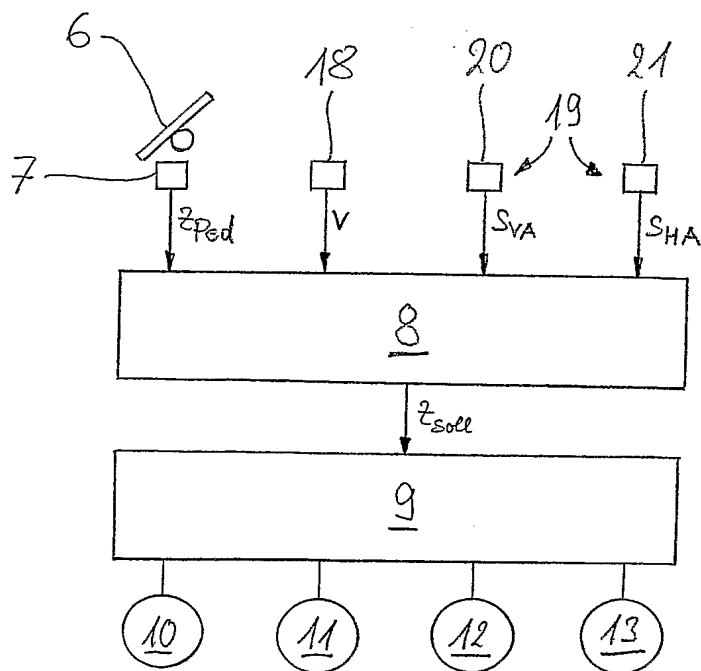


Fig. 2

DaimlerChrysler AG

Pfeffer

20.11.2003

### Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Durchführung eines Bremsvorgangs. Eine die Soll-Fahrzeugverzögerung ( $z_{soll}$ ) beschreibende Verzögerungsgröße ( $z_{soll}$ ) wird verringert, wenn der Fahrzustand des Fahrzeugs während des Bremsvorgangs eine erste Zustandsbedingung erfüllt und wieder erhöht, wenn der Fahrzustand des Fahrzeugs eine zweite Zustandsbedingung erfüllt. Die erste Zustandsbedingung und/oder die zweite Zustandsbedingung hängt dabei vom Vorderachs-Einfederweg ( $s_{VA}$ ) und/oder vom Hinterachs-Einfederweg ( $s_{HA}$ ) ab.

Fig. 1

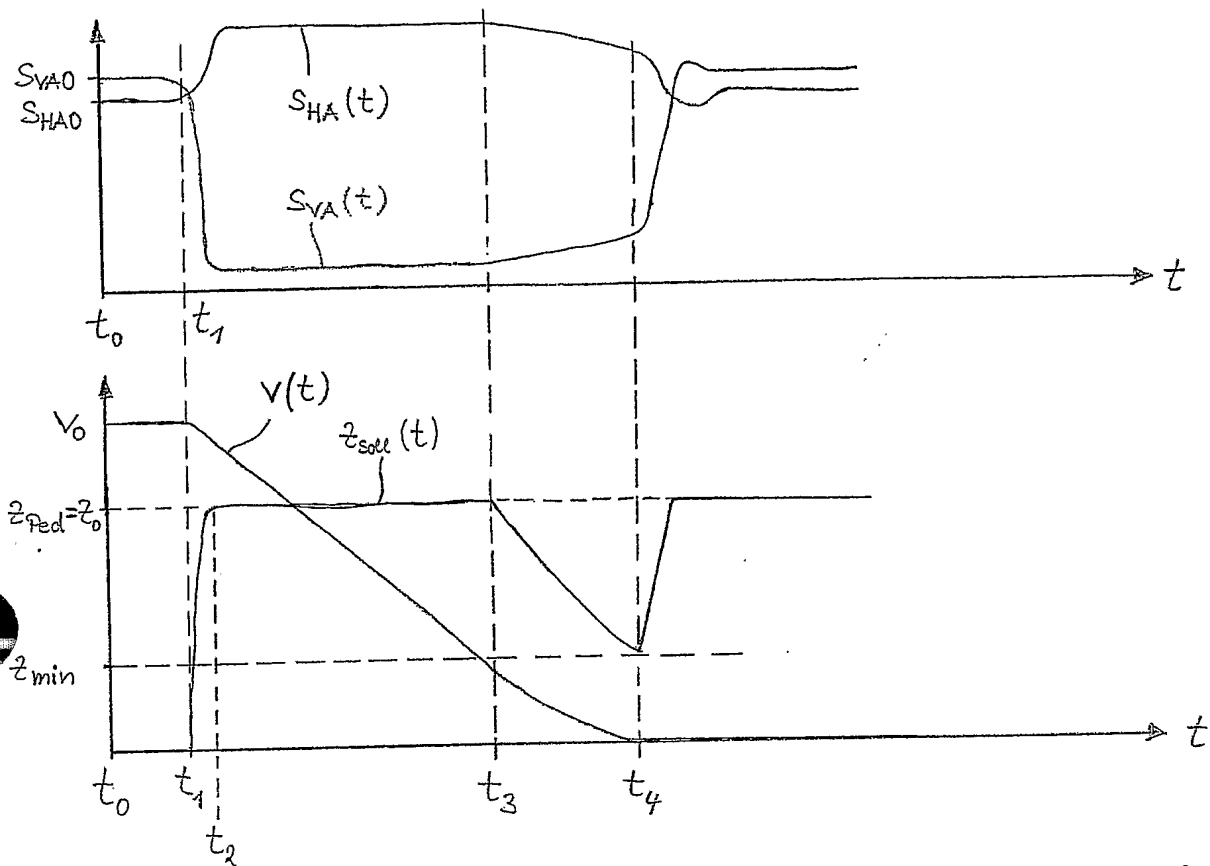


Fig. 1